

A kubai Guantánamo-völgy sós talajai

A Kuba legkeletibb tartományában elterülő Guantánamo-völgyet északon és keleten a Sierra Maquey, délkeleten a Sierra Canasta és délen a Guantánamói-öböl határolja. Ez a síkság a tenger felé gyengén lejt és a Guantánamo, Jaibo és Guaso barázdálják. E folyók árterének hordalékanyagain különböző szelvény-mélységű és szemcseösszetételű alluviális talajok alakultak ki, amelyek vagy az egész szelvényben, vagy annak mélyebb szintjeiben karbonátokat tartalmaznak. A talajok túlnyomó többsége már felszínétől kezdve meszes, textúrájuk a vályogtól a nehéz agyagig változik és a tengerszint feletti 0–25 m magasságban természetes vízlevezetésük elégtelen. A talajvíz sok sót tartalmaz és a szintje magas. Ez a körülmény a helyi — kevés csapadékú, magas hőmérsékletű és alacsony relatív páratartalmú félsivatagi — klíma viszonyai között a szikesedési folyamatoknak nagy mértékben kedvez [1, 10].

Mivel Kuba szigetszország, normális jelenség a partmenti talajokban sók előfordulása, különösen a déli sávban, a sík felszín és a tenger felé irányuló gyenge lejtés következtében. Az általános éghajlati jellemzők alapján mégsem várható nagy sómennyiség felhalmozódása ezeknek a területeknek a talajaiban. A Guantánamo-völgy helyi klímája azonban, más tényezőkkel együtt, e folyamat elterjedésének és intenzitásának lassú fokozódását okozta a mezőgazdasági művelés alatt álló területeken a tengerparttól távolabbi zónákban is.

Már a kubai talajokról írt első részletező tanulmányban [3] is utalást találunk arra, hogy az ország egyes vidékeinek talajaiban a sófelhalmozódás a cukornád hozamát befolyásolja.

Később, a Forradalom győzelme (1959) után továbbra is a mezőgazdaság maradt a nemzeti jövedelem fő forrása, és újabb területeket vontak be a mezőgazdasági termelésbe. A talajtani kutatások előtérbe kerültek, és jelentős eredmények születtek a talajok fizikai, kémiai és mikrobiológiai sajátosságainak részletesebb megismerése terén, genézisük és termőképességük szempontjából.

Kétségtelen azonban az is, hogy a talajok kialakulását és termékenységét befolyásoló tényezők nem mindegyikére fordítottak egyformán kellő figyelmet. Ma még nem rendelkezünk olyan kutatásokkal, amelyeknek eredményei megkönnyítenék Kuba különböző földrajzi tájain a talajok szikessége eredetének, típusának és területi elterjedésének megállapítását. Ez a körülmény természetesen nem tette lehetővé a sós talajok besorolását a kubai talajok genetikai osztályozásának a rendszerébe; csak mint más talajtípusok változatait tartják számon őket [7]. Amikor megkezdődött a mezőgazdaság gépesítése, jelentős mértékben fellendült az öntözés is. Az illetékesek azonban még nem rendelkeztek a különböző öntözőrendszerek létesítésére és az öntözővíznormákra vonatkozó ismeretekkel. Emiatt a víz elvezetésével és számos más, az öntözéssel kapcsolatos szükséges intézkedések elmaradtak, és az ország jelentős kiterjedésű területein a talajok elszikeseződése fokozódott. Ennek egyik példája a Guantánamo-völgy. Jelenleg Guantánamo tartományban a különböző mértékben elszikeseződött talajok kiterjedése megközelítően 40 000 ha. Itt találhatók Kuba legnagyobb mértékben elszikeseződött talajai.

A Guantánamo-völgy jellemzése

Az éghajlati viszonyok döntő szerepet játszanak a kőzetek mállásában, a sók szabadddá válásában, áthelyeződésében és újbóli eloszlásában. A sók a különböző zónák talajaiban — azok hidrológiai és geomorfológiai viszonyaitól függően — különböző mértékben felhalmozódnak. A szakemberek egyetértenek abban, hogy a vízben oldható sók — nagy mozgékony-ságuk következtében — felhalmozódhatnak sík és alacsony fekvésű területek talajaiban sivatagi és félsivatagi klíma esetén. Az adott viszonyok hatására a talajra jutó víz evapotranszpirációja fokozódik, miközben a benne oldott sók zöme a talajban marad, kisebb része pedig a talajvízbe jut, amelynek szintje ilyen körülmények között magasabban van.

1. táblázat

Három talajszelvény CaCO_3 -tartalma

(1) Szelvény száma	(2) Talajréteg, cm	(3) CaCO_3 %
2	0—4	9,3
	10—15	14,7
	27—37	14,3
	55—65	15,1
	80—90	15,6
	95—105	19,5
4	115—130	23,4
	0—10	24,3
	15—30	24,3
	35—55	36,7
	65—90	38,9
	0—20	20,4
5	30—50	25,4
	70—90	32,4
	110—120	29,2

A Guantánamo-völgy központi része nem képez kivételt a fentebb elmondottak alól annak ellenére, hogy Kuba általános öghajlata nedves trópusinak minősül. A völgy helyi klímáját a kevés csapadék jellemzi, amelynek évi középértéke 788 mm (a Paraguay Cukorgyár meteorológiai állomásának 1929-től 1970-ig terjedő adatai alapján) az 1420 mm-es országos átlaggal szemben. Az évi átlaghőmérséklet 26°C -nál magasabb. A legalacsonyabb hőmérsékleteket, amelyek meghaladják a 24°C -t, január és február hónapban találjuk, a legmagasabbak pedig július és augusztus hónapjában esnek, 27°C -nél magasabb átlagértékekkel. A levegő relatív páratartalma 70% -nál alacsonyabb, 2000 mm-nél nagyobb potenciális felszíni elpárolgást okozva [1]. Kuba sík területein ez az érték általában kicsi, mintegy 900–950 mm, ami a levegő nagy, 75% -ot meghaladó relatív páratartalmának tulajdonítható [5]. Azzal a hőmennyiséggel, amely Kubára érkezik, a szabad vízfelszínről történő elpárolgásnak el kellene érnie a 2500 mm-t, de a mérési adatok szerint csak 1500 mm.

A Guantánamo-völgy kőzetösszetétele ALBEAR (szóbeli közlése) szerint meglehetősen változatos (meszes lutitok, meszes-iszapos lutitok, finom szemcséjű meszes tufával összecementálódott homokkővek, márgák és — egyes alacsony fekvésű helyeken — mészkő és márgás mészkőrétegek) és jól rétegzett. E kőzetek mállása olyan, agyagban gazdag talajokat eredményez, amelyek már a felszínüktől a

mélység irányában emelkedő mennyiségű meszet tartalmaznak (1. táblázat). Arid körülmények között ez a mész kis oldhatósága következtében nem mosódik ki a szelvényből.

A Guantánamo-völgy talajai szikességének eredete és típusa

A Sierra Maquey hegységet nagy só-, főként szulfáttartalmú karbonátos kőzetek képezik. A Guantánamóból Baracoába vezető autópálya közelében az erodált hegyoldalon gipszkristályok jól megfigyelhetők.

A kőzetek mállása folyamán felszabadult, a vízben legjobban oldódó anyagok az esős évszakban áthelyeződnek mind a felszínen, mind pedig a felszín alatt elfolyó vizekben és újra eloszlanak a völgy sík részein. Ott — természetes és mesterséges vízelvezetés hiányában — a víz egy része evapotranszpiráció útján visszajut a légkörbe, a sók pedig visszamaradnak a talajban és a maradék a talajvízbe kerül. Ezen túlmenően a völgy belsejében, ahol a San Luis formáció a felszínre kerül, helyszíni vizsgálatok sok jelenlétét állapították meg, amelyek e geológiai képződménynek valószínű alkotórészei és ezért a talajba jutó sók egyik forrásának tekinthetők.

A Forradalom győzelme előtti évtizedekben a völgy talajainak elszikessége nem volt nagyon intenzív elsősorban azért, mert a Paraguay Cukorgyárhoz tartozó területeken vízelvezető árkok voltak, amelyek bizonyos mértékben biztosították a vízfelesleg és a benne oldott sók eltávolítását, és egyúttal megakadályozták a sós talajvíz szintjének emelkedését. A Forradalom győzelme után, műszaki ismeretek hiányában, ahelyett hogy a meglevő árkok karbantartásáról gondoskodtak volna és azok hálózátát újak létesítésével bővítették volna, ennek éppen az ellenkezője történt. A meglevő földesatornákat elhanyagolták, majd meg is szüntették. Ezzel egyidőben a különböző célgazdaságokban öntözési rendszereket létesítettek anélkül, hogy azok eredményes működésének alapvető feltételeit figyelembe vették volna. Többek között elmulasztották a talaj fizikai sajátságainak, vízgazdálkodásának, továbbá a talaj és az öntözővíz kémiai jellemzőinek a vizsgálatát, jellehet ezek ismerete rendkívül fontos [6]. Az öntözés bevezetése nyomán, annak következtében, hogy a vízfelesleg és vele együtt a benne oldott sók nem távozhattak el, a sós talajvíz szintje lassanként felemelkedett. A völgy e részének arid viszonyai

2. táblázat

A talajvizek sóösszetétele

(1) Szelvényszám	pH	(2) Összes só g/l	(3) Kationok			(4) Anionok		
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
			me/l					
1	7,8	22,6	23,61	70,07	268,51	16,19	195,41	149,75
2	7,3	21,3	25,04	97,78	280,69	13,19	274,75	124,57
3	8,1	1,9	1,80	7,07	24,96	15,49	5,35	11,99
4	7,8	28,2	39,57	104,80	320,06	7,80	286,40	170,25
5	7,8	29,4	25,20	113,65	341,62	9,80	281,43	189,20

között a talajvíz kapilláris úton folyamatosan a talaj felsőbb rétegeibe jut [9]. Ezekben a talajrétegekben a felszíni elpárolgás mértékével arányosan a sók felhalmozódása fokozódik.

Az elharmarkodott intézkedések káros következményeit példázzák azok a területek, amelyeken a korábbi évtizedekben nagy cukornádterméseket értek el (az 1., 4. és 5. szelvénnyel jellemzett talajok). Ezekben a talajokon a mezőgazdasági termelést abba kellett hagyni, mivel terméketlenné váltak. Más területek ugyan még művelés alatt állnak, de a talajok sótartalmának folyamatos gyarapodása következtében termőképességük csökkenő tendenciát mutat, s előbb-utóbb ezeken is gazdaságtalanná válik majd a termelés. Hasonló helyzet van kialakulóban a cukornádtermelés területén más tartományokban is, mint pl. Sancti Spirituban, Holguinban, stb.

Másik olyan részét a völgynek, ahol a másodlagos szikesedés negatív hatásának a jelei minden kétséget kizáróan mutatkoznak, Guantánamo várostól délre a Mato Abajo élelmiszertermelő gazdaság területei képezik. Azon a vidéken könnyű szemeseösszetételű öntéstalajok találhatók, amelyeknek a hidrofizikai sajátosságai valamivel kedvezőbbek. Ott azonban megszüntették egy kanyargós folyómedret – amely a vízfelesleget a tengerpart felé természetes úton levezette –, a levágott modernrész víztárolónak használták, és vizével a környező területeket öntözték. Ennek a víznek a sórtartalma nagyon nagy (5 g/l). Következésképpen a sók gyors ütemű felhalmozódása a talajok felső rétegeiben, ami a termesztett növények hozamának olyan mértékű csökkenésével járt, hogy a terület egyes részein be is szüntették már a mezőgazdasági termelést.

Ebben a tanulmányban a Paraguay Cukorgyár földjeit jellemző öt talajszel-

vény leírását, és sóprofilját mutatjuk be. Az utóbbi jellemzésére 150 cm mélységig 10 cm-es rétegenként is vettünk talajmintákat. A kationok és anionok meghatározását az 1 : 5 arányú vizes kivonatokból végeztük el. Ugyancsak meghatároztuk ezeken a helyeken a talajvíz sóösszetételét is (2. táblázat).

A vizsgált talajok szelvényének leírása:

1. talajszelvény

Domborzat: Sík terület

Növényzet: *Portulaca nana*, *Caillia glomerata*, stb.

Talajtípus: Szulfát-kloridos szolonszák

Genetikai szintek:

A _p	0 – 16 cm	Barna (10YR 3/3), szemcsés poros szerkezetű, agyagos vályog. Kevés gyökér. Sókivirágzás a felszínen, sók micelluma a szint belsejében. Átmenet fokozatos.
AB	16 – 27 cm	Sárgásbarna (10YR 5/4), tömődött vályogos agyag. Kevés gyökér. Átmenet fokozatos.
B ₁	27 – 39 cm	Sárgásbarna (10YR 5/4), tömött vályogos agyag. Kevés hajszálgyökér. Átmenet fokozatos.
BC	39 – 90 cm	Barnássárga (7,5YR 6/8), tömött agyagos vályog. Átmenet fokozatos.
C	90 – 130 cm	Ölívzöldes árnyalatú sárga, tömött agyagos vályog.

A talajvíz mélysége: < 2 m

2. talajszelvény

Domborzat: Sík terület

Növényzet: *Guasuma tomentosa*, *Caillia glomerata*, *Portulaca nana*

Talajtípus: Klorid-szulfátos szolonszák

Genetikai szintek:

A ₁	0 – 5 cm	Barnássárga (7,5YR 6/8), lemezes szerkezetű vályogos agyag. Finom gyökerek. Átmenet fokozatos.
A ₂	5 – 26 cm	Szürkésbarna (10YR 5/2), gyengén szerkezetes vályogos agyag. Finom gyökerek. Átmenet fokozatos.
AB	26 – 37 cm	Feketés barna (10YR 3/2), gyengén szerkezetes vályogos agyag. Átmenet fokozatos.
B ₁₁	37 – 72 cm	Feketés barna (10YR 3/2), gyengén kialakult oszlopos szerkezetű, tömődött agyag. Átmenet fokozatos.
B ₁₂	72 – 105 cm	Sötétbarna (10YR 4/3), gyengén szerkezetes, erősen tömött agyag. Átmenet fokozatos.

- BC 105–118 cm Szürkessárga, szerkezet nélküli, tömött vályogos agyag.
 C 118–187 cm Olivzöldessárga, kevésbé tömött vályogos agyag.
 A talajvíz mélysége: 2–3 m

3. talajszelvény

Domborzat: Sík terület

Növényzet: Cukornád (*Saccharum officinarum*)

Talajtípus: Mélyben sós, trópusi barna meszes talaj

Genetikai szintek:

- A_p 0–23 cm Sötét barna (10YR 4/3), morzsás szerkezetű, omlós agyagos vályog. Sok gyökér és gilisztajárat. Csigahéj maradványok. Átmenet fokozatos.
 AB 23–50 cm Sárgásbarna (10YR 5/4), kevésbé szerkezetes, gyengén tömött vályogos agyag. Gilisztajáratok, csigák és mészgöbcsék. Átmenet fokozatos.
 B₁ 50–72 cm Sárgásbarna (10YR 5/4) kevésbé szerkezetes, közepesen omlós, vályogos agyag. Mészgöbcsék, elbomló gyökérmaradványok. Átmenet fokozatos.
 C 72–105 cm Halvány sárga (2,5Y 8/4), omlós vályogos agyag. Mészgöbcsék.
 A talajvíz mélysége: < 2 m

4. talajszelvény

Domborzat: Sík terület

Növényzet: *Parthenium hysterophorus*, *Guasuma tomentosa*, *Sabal florida*

Talajtípus: Klorid-szulfátos szoloncsák

Genetikai szintek:

- A 0–10 cm Sárgásszürke (2,5Y 6/2), szemcsés szerkezetű, omlós agyagos vályog. Csigamaradványok. Átmenet fokozatos.
 AB 10–35 cm Sötét árnyalatú sárgásszürke, kevésbé szerkezetes, tömött agyagos vályog. Állatjáratok. Átmenet fokozatos.
 B₁ 35–60 cm Sárgásszürke (2,5Y 6/2), kevésbé kialakult oszlopos szerkezetű agyagos vályog. Állatjáratok. Átmenet fokozatos.
 BC 60–100 cm Szürkessárga, kevésbé szerkezetes vályogos agyag. Állatjáratok.
 A talajvíz mélysége: 2–3 m

5. talajszelvény

Domborzat: Sík terület

Növényzet: *Walleria americana*, *Sorghum halepense*, stb.

Talajtípus: Klorid-szulfátos szoloncsák

Genetikai szintek:

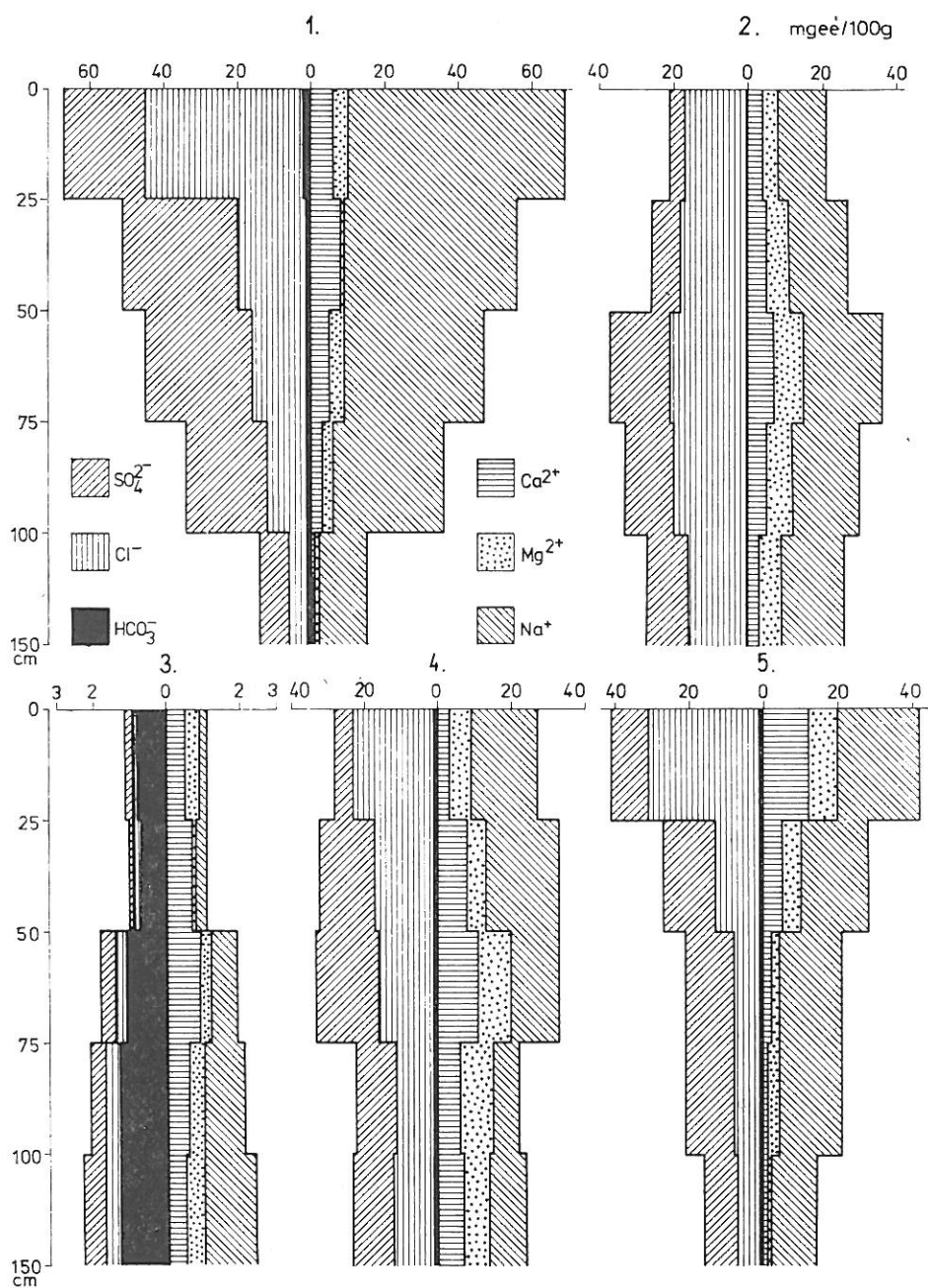
- A_p 0–25 cm Sárgásbarna (10YR 5/4), szemcsés szerkezetű, közepesen omlós vályogos agyag. Sok gyökér. Csigák. Átmenet fokozatos.
 B₁ 25–65 cm Szürkésbarna (10YR 5/2), gyengén kialakult oszlopos szerkezetű, tömött agyag. Kevés gyökér. Átmenet fokozatos.
 B₂ 65–100 cm Olivzöldessárga, kevésbé szerkezetes, közepesen tömött vályogos agyag. Átmenet fokozatos.
 BC 100–120 cm Barnássárga (7,5YR 8/8), kevésbé szerkezetes vályogos agyag.
 A talajvíz mélysége: 2–3 m

A völgy talajainak sóösszetételében főként nátrium-klorid és nátrium-szulfát szerepel és ezeknek legnagyobb mennyisége a talaj felszínétől 100 cm mélységig terjedő rétegeiben található. A 0–25 cm-es rétegben a szulfátokkal szemben a kloridok dominálnak. A kloridok mennyisége az

alsóbb rétegekben csökken, ugyanitt a szulfátoké nő, míg végül a kloridokénál nagyobb abszolút és relatív értéket ér el. A két vegyület vízben oldhatósága alapján ez normális jelenség. A sófelhalmozódás uralkodó típusa ezekben a talajokban BAZILEVICH és PANKOVA [4] szerint klorid-szulfátos és szulfát-kloridos, nagyon kevés lúgosan hidrolizáló só, főként hidrokarbonátok jelenlétével. Ez megegyezik különböző talajtani szakemberek véleményével, amit SZABOLCS [8] ismertetett a lúgos kémhatású sók képződése körülményeinek és a talajokban történő felhalmozódásuk módjának tárgyalása kapcsán. A talajszelvényben előforduló nagy mennyiségű semleges só megakadályozza a lúgosan hidrolizáló sók képződését és számottevő mértékben történő felhalmozódását. Ezen túlmenően közvetlen összefüggés van a talajban levő sók és a talajvíz sókoncentrációja között, amely a lúgosan hidrolizáló sók hiányát a talajban megokolja. Itt a talajok elszikesedését ugyanis a talajvíz nagy sótartalma és magas szintje okozza [2].

A vizsgált talajokban (1. ábra) a sófelhalmozódás mértéke és típusa – a megfigyelések szerint – a szelvény morfológiai sajátosságait nem befolyásolja lényegesen, nem úgy, mint olyan talajok esetében, amelyekben a lúgos sók dominálnak. Ennek ellenére Kubában is bebizonyított tény, hogy ha a vízben oldódó sók mennyisége egy meghatározott értéket elér, befolyásolják a talajok fizikai, kémiai és mikrobiológiai sajátosságait, közvetlenül korlátozva termékenységüket és megakadályozva nagy termésket elérését. Bár a völgy talajainak sótartalma a növények számára kevésbé ártalmasnak minősül, ebből a szempontból – más tényezőknél kívül – figyelembe kell venni a termesztett növények sótűrő képességét is. A cukornád a nagy mértékben sóérzékeny növények csoportjába tartozik [8]. A cukornád a kubai mezőgazdaság legfontosabb növénye, amelynek ültetvényei a nagy síkságokon találhatók. Ezeken különböző típusú talajok fordulnak elő a legtermékenyebektől a nehéz szemcseösszetételű hidromorf talajokig.

A 2 : 1 típusú agyagásványokat tartalmazó, nagy duzzadó képességű és előnytelen vízgazdálkodású agyagtalajok a kubai síkságokon gyakoriak, mind a tengerpart menti sávban, mind pedig a sziget belsejében. Számos területen a talajvíz sok sót tartalmaz és egyes helyeken a talajszelvény mélyben sós. Mindez megfelel azoknak az aspektusoknak, amelyeket a talajtani szakemberek a potenciális sós talajok vonatkozásában a nemzetközi szakirodalomban figyelembe vettek. Amennyiben e talajok hasznosításakor nem végeznek megfelelő



1. ábra
A vizsgált talajszelvények sóprofiljai

talajmunkát, és nem választják meg az öntözés legmegfelelőbb módját, az ennek következtében fellépő másodlagos szikesedésnek szomorú következményei lehetnek. Továbbá az ilyen talajok javítása hosszú időt igényel, nehéz feladat, és számos esetben nem is kifizetődő. Ezért nagyon fontosak azok a kutatások és intézkedések, amelyek a kubai talajokban, főként az öntözés következtében fellépő másodlagos szikesedés területi továbbterjedésének megállítására irányulnak.

Összefoglalás

A Guantánamo-völgy Kuba legkeletebbi tartományában fekszik.

A sziget e részének éghajlati viszonyai abban különböznek Kuba más vidékeinek klímájától, hogy itt a kevés csapadék, a magas hőmérséklet és a levegő alacsony relatív páratartalma a jellemzők. A talajok rossz drénviszonyaival és a sós talajvizekkel együtt ezek azok a tényezők, amelyek a völgy talajainak elszikesedését elősegítik. Az utóbbi évtizedben ez a folyamat — mind intenzitása, mind területi elterjedése tekintetében — fokozódott, mivel új öntözőrendszereket létesítettek anélkül, hogy a talaj drénviszonyait rendezték volna.

A tanulmány öt jellemző talajszelvényt leírását tartalmazza, valamint bemutatja a bennük levő sók összetételét és eloszlását is. Ezeken a helyeken a talajvíz sóösszetételét szintén meghatároztuk. Az adott talajokban a sófelhalmozódás uralkodó típusa klorid-szulfátos és szulfát-kloridos, kevés lúgosan hidrolizáló só — főként hidrokarbonátok — található bennük. Mennyiségük egyes helyeken a felszíni rétegben eléri a 4%-ot. A talajok sófel-

halmozódásának típusa a talajvíz sóösszetételével megegyezik.

A Guantánamo-völgy, valamint más kubai sík vidékek talajainak egyre fokozódó elszikesedése a talajtani és mezőgazdasági szakembereket mindinkább foglalkoztató probléma, mivel komolyan veszélyezteti a mezőgazdasági termelést, különösen a cukoripart.

Irodalom

- [1] Atlas Nacional de Cuba. La Habana. 1970.
- [2] AVILA, L.: Vías de salinización de los suelos. En: Conferencias impartidas en la Reunión de Suelos Salinos. Acad. Cien. de Cuba. Guantánamo. Marzo 22—28 de 1978. 11—14.
- [3] BENNETT, H. H. & ALLISON, R. V.: Los suelos de Cuba. Com. Nac. Cubana de la UNESCO. La Habana. 1962.
- [4] BAZILEVICH, N. J. & PANKOVA, E. I.: Classification of soils according to their chemistry and degree of salinization. Agrokémia és Talajtan. 18. Supplementum. 219—226. 1969.
- [5] DAVITAYA, F. & TRUSOR, I.: Los recursos climáticos de Cuba. Acad. Cien. de Cuba e IRH. La Habana. 1965.
- [6] DARAB, K. & FERENCZ, K.: Öntözött területek talajterképezése. OMMI Genetikus Talajterképek. Ser. 1. No. 10. OMMI. Budapest. 1969.
- [7] SZABOLCS, I.: Soil salinization and alkalization processes. Agrokémia és Talajtan. 28. Supplementum. 11—32. 1979.
- [8] SZABOLCS, I.: Review of research on salt affected soils. Natural resources research XV. UNESCO. 1979.
- [9] VÁRALLYAY, G.: Moisture status and flow phenomena in salt affected soils. In: Proceedings of the Indo-Hungarian Seminar „Management of salt affected soils” February 7—12. Central Soil Salinity Research Institute. Karnal. India. 85—102. 1977.
- [10] ZAVALETA, A.: Salt affected soils in Latin America. Agrokémia és Talajtan. 23. Supplementum. 149—153. 1974.

L. AVILA

A Kubai Tudományos Akadémia
Talajtani Intézetének Kutató Központja,
Guantánamo (Kuba)

Érkezett: 1982. május 11.